

SIGNAL PROCESSING METHOD AND THREE-DIMENSIONAL DATA INPUT DEVICE

Publication number: JP10253361

Publication date: 1998-09-25

Inventor: WATANABE KOICHI; TAKAHATA TOMOHITO; ANDO MASAOKI; TANO MICHIMASU; MIYASAKA TSUTOMU

Applicant: MURATA MANUFACTURING CO; DATA TEC KK

Classification:

- international: G01P9/04; G01C19/56; G06F3/033; G01P9/04; G01C19/56; G06F3/033; (IPC1-7): G01C19/56; G01P9/04; G06F3/033

- European:

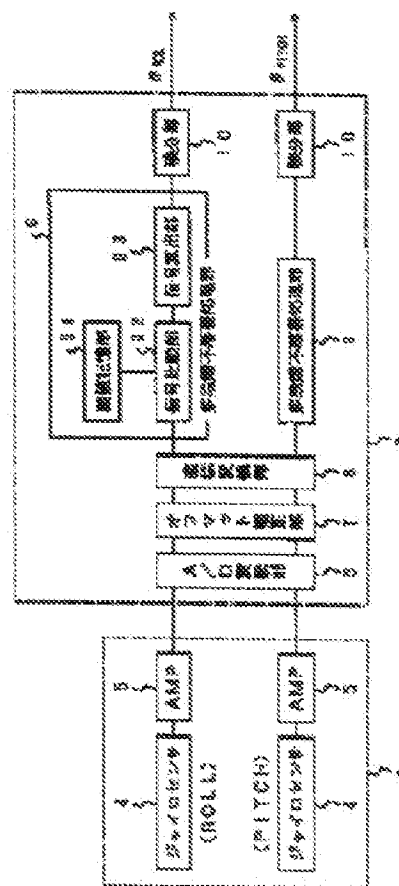
Application number: JP19970052108 19970306

Priority number(s): JP19970052108 19970306

Report a data error here

Abstract of JP10253361

PROBLEM TO BE SOLVED: To achieve a higher response to a fine angle by enabling stable and highly accurate detection of an angle of rotation even when an inexpensive gyrosensor such as vibration type gyrosensor is used. **SOLUTION:** When processing an angular signal as output signal from a gyrosensor 4 which detects any angular velocity about a predetermined axis generated to be converted to an angular velocity signal, a plurality of thresholds are previously stored into a threshold memory section 91, a signal comparing section 92 judges difference in size between the absolute value of the angular signal and the plurality of thresholds. A value equal to or under a value of the angular velocity signal is outputted from a signal calculation part 93 according to the results of the judgement.



(19) 日本国特許庁 (19)

(12) 公開特許公報 (A)

(1) 特許出願公開番号

特開平10-253361

(43)公開日 平成10年(1998)9月25日

© 2004 Blackwell Publishing Ltd

8444

you
fix

G O I C 19/58

GO 10 19/58

GO 1904

GO 17 9/04

CO 67 2/053

C O S F 2/63

0000

解法請求 未請求 請求項の数 6 OL (全 9 頁)

(2) 出庫番号 特選平9-52108

(22) 日曜日 平成9年(1997)3月8日

(71) 出題人 000008231

株式会社村田製作所

京都府長岡京市天神二丁目26番10号

(7) 出票人 534013944

株式会社データ・テック

東京都大田区藤田4丁目4番12号新生ビル

(72) 尧明者 德30 浩一

京都府長岡京市天神二丁目28番10号 株式
会社村田製作所内

(72) 发明者 藤田 泰子

京都府京都市天津二丁目26番10号 株式会社村田製作所内

(74) 代理人 弁理士 鈴木 正樹

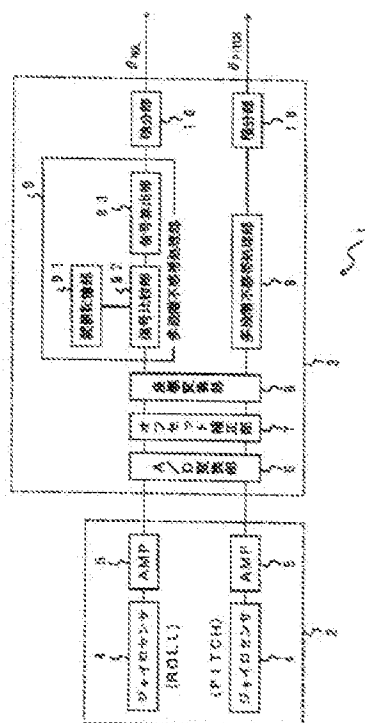
總編輯

(54) 【発明の名称】 信号処理方法及び三次元データ入力装置

(52) (b)

【課題】 振動型ジャイロ等の安価なジャイロセンサを用いても安定的で精度の良い回転角検出が行える様にして、微小角度に対する応答性を高くなる。

【解決手段】 予め定められた軸線回りの角速度が発生したときにそれを検出して角速度信号に変換するジャイロセンサ４からの出力信号である角速度信号を処理する際、閾値記憶部９１に予め複数の閾値を格納しておき、信号比較部９２において角速度信号の絶対値と複数の閾値との大小関係を判定し、その判定結果に応じて、信号算出部９３から角速度信号の値と等しいかそれ未満の値を出力する。



【特許請求の範囲】

【請求項1】 予め定められた軸線回りの変位度合いを検出する変位検出センサより取得した所定の変位信号の信号処理方法であって、予め前記変位信号との大小関係を比較するための複数の閾値を設定しておき、前記変位検出センサより得られた変位信号と前記複数の閾値とをそれぞれ比較して当該変位信号のレベル値以下となるレベル値をもつ信号を生成する過程を含むことを特徴とする信号処理方法。

【請求項2】 予め定められた軸線回りの変位度合いを検出して所定の変位信号に変換する変位検出センサと、この変位検出センサにより変換された前記変位信号を処理する信号処理手段と、この信号処理手段からの出力信号に基づいて前記軸線回りの変位度合いを算出する変位度合い算出手段とを備えた三次元データ入力装置において、

前記信号処理手段が、

複数の閾値が記憶された閾値記憶手段と、

この閾値記憶手段に記憶された複数の閾値のそれぞれと前記変位信号との大小関係を判定する信号比較手段と、この信号比較手段の判定結果に応じて、前記変位信号を変数とする予め定められた複数の関係式に基づいて出力信号のレベル値を算出する信号レベル値算出手段とを備えることを特徴とする三次元データ入力装置。

【請求項3】 前記信号レベル値算出手段は、前記変位信号のレベル値以下のレベル値の信号を出力するように構成されていることを特徴とする請求項2記載の三次元データ入力装置。

【請求項4】 前記信号レベル値算出手段は、前記変位信号が前記閾値のうち最小の閾値よりも小さい場合に出力信号のレベル値を所定値に設定するように構成されていることを特徴とする請求項2記載の三次元データ入力装置。

【請求項5】 前記信号レベル値算出手段は、前記変位信号のレベル値が前記最小の閾値以上で、且つ次に小さい閾値より小さい場合は、前記変位信号から該次に小さい閾値を減じたレベル値の信号を出力するように構成されていることを特徴とする請求項3または4記載の三次元データ入力装置。

【請求項6】 前記信号レベル値算出手段は、前記変位信号が前記閾値のうち最大の閾値以上である場合は、前記変位信号をそのまま出力信号とするように構成されていることを特徴とする請求項3ないし5のいずれかの項記載の三次元データ入力装置。

【発明の詳細な説明】

【0001】

【発明の属する技術分野】本発明は、例えば慣性体の一次元または多次元的な変位度合いによってコンピュータ上の仮想三次元画面上の任意の点を決定する三次元データ入力装置に関し、より詳しくは、慣性体の変位度合

い、例えば加速度や角速度を変位検出センサで計測し、その計測値を多段階に設定された不感帯処理をすることで、変位検出センサに含まれるノイズを効率よく除去し積分し、精度の良い変位量検出を実現することを可能にする技術に関するものである。

【0002】

【従来の技術】近年、バーチャルリアリティ（仮想現実＝VR）機器やコンピュータ用のポインティングデバイスとして、ジャイロセンサのような回転角センサを用いる試みがなされている。

【0003】公知のように、VRの分野では、頭部装着型ディスプレイ（HMD）に変位検出センサを付設し、頭部の姿勢角に応じた映像を提供することで、仮想現実の世界を経験できるようにする種々の技術が開発されている。このような装置における、ある軸線回りの変位度合いの計測には、従来磁気センサや地磁気センサが用いられてきた。しかし、利用範囲が限定される、コストが高い、外部環境の影響を受けやすい等の欠点があることから、近年、このような欠点のないジャイロセンサを利用する例が増えてきている。

【0004】また、最近ではコンピュータ用のポインティングデバイスとして、ジャイロセンサを2個ないし3個搭載し、デバイスの姿勢変位によってパーソナルコンピュータに附属される表示装置の画面の視点を変えたり、あるいはカーソルの位置を変えたりする技術も提案されてきている。

【0005】ジャイロセンサを利用してある軸線回りの変位、例えば回転角検出を行う場合は、センサ出力信号を積分することで回転角に比例する値が得られる。しかし、この場合、積分の基準となるセンサの0出力値（オフセット）がドリフトして、積分時に回転角の値に誤差が累積する。この誤差は、時間の経過に比例して大きくなるため、ジャイロセンサから回転角を求める際の大きな障害となってきた。

【0006】その様子を図7に示す。図7（a）は、ジャイロセンサからの出力信号を縦軸に、時間を横軸にとって示した図、図7（b）は、図7（a）で示した出力信号の積分値を縦軸に、時間を横軸にとって示した図である。図7（a）に示すように、ジャイロセンサからの出力信号は、本来の角速度検出信号に、図中Dで示すオフセットドリフト（DC成分）が重畳された信号であり、従って、図7（a）に示す信号をそのまま積分すると、図7（b）に示すように、オフセットドリフトに起因する誤差（図中斜掛け部分で示す）が時間の経過に比例して大きくなり、回転角の値に累積誤差が生じてしまう。この対策としては、より高精度のジャイロセンサを用いることが考えられる。

【0007】また、信号処理により解決する方法として不感帯処理という手法が提案されている（特公平4-76611号公報参照）。これは、センサ信号が積分の基

準値から一定の範囲内（以下、不感帯と称する）にあるときに積分処理を停止し、センサ信号がこの範囲を超えた期間に、一定幅を加えた期間のみ、積分処理を実行するというものである。この手法により、オフセットのドリフトがこの範囲内にある場合には、効果的にドリフトが除去され、安定的な回転角出力を得ることが可能となる。

【0008】この様子を示したのが図8である。図8（a）は図7（a）と同様の図であるが、オフセットドリフトDがその範囲内にあるような不感帯Sが設定されている。この不感帯Sを設定することにより、図8（b）に示すようにオフセットドリフトを効果的に除去することができ、安定的な回転角出力を得ることが可能になる。

【0009】

【発明が解決しようとする課題】ポインティングデバイスやVR等の応用で高精度ジャイロを用いようとする。そのようなジャイロは高価であり、しかもサイズも大きいことから、それらの目的には不向きである。振動型ジャイロのように、小型・低価格なジャイロで回転角検出を実現することが望まれる。

【0010】一般に振動ジャイロのような安価なセンサではセンサ出力信号に含まれるドリフトノイズ等の影響が大きいため、一定幅の不感帯を設けてドリフト成分を除去する等のノイズ除去処理が必要になる。このような不感帯処理の場合、安定した角度を得るためには、閾値の大きさをセンサ信号のランダムノイズに対して充分大きな値に設定する必要がある。しかし、閾値を大きめに設定すると、角速度が低速の場合にセンサ信号が閾値以下になってしまい、実際には回転しているのに、角速度は0レベルになる場合がある。このため低速の運動が検出されにくいという問題が生じる。このような問題は、振動ジャイロのような角速度計のほか、他の種類の変位検出センサ、例えば加速度計を用いる場合にも同様に生じる。

【0011】そこで本発明の課題は、例えば角速度計や加速度計のような変位検出センサによって変位度合いを求める場合に、閾値の値をできるだけ小さくして低速回転時の感度を高め、安定的で精度の良い変位度合いの検出が行えるようにして、応答性の高い、改良された信号処理方法を提供することにある。本発明の他の課題は、上記信号処理方法を採用した三次元データ検出装置を提供することにある。

【0012】

【課題を解決するための手段】本発明は、予め定められた軸線回りの変位度合いを検出する変位検出センサより取得した所定の変位信号の信号処理方法に適用される。そして、上記課題は、予め前記変位信号との大小関係を比較するための複数の閾値を設定しておき、前記変位検出センサより得られた変位信号と前記複数の閾値とをそ

れぞれ比較して当該変位信号のレベル値以下となるレベル値をもつ信号を生成する過程を含むことにより解決される。

【0013】変位検出センサの一例として、ジャイロセンサ等の角速度計からの角速度信号（ ω_{in} ）を信号処理部に入力するとする。ここでは正負2対以上の閾値を設け、大小関係の隣接する閾値の区間毎に角速度信号（ ω_{in} ）と出力信号（ ω_{out} ）間の関係を定義する。その際、全ての区間内では下記数1式となるように定義する。

【数1】

$$|\omega_{in}| \geq |\omega_{out}|$$

【0014】例えば、 ω_{in} の絶対値が0に最も近い正負一対の閾値間に角速度信号の値がある場合においては、 ω_{in} の値にかかわらず $\omega_{out} = 0$ とする。すなわち、この区間では角速度計からの入力信号をノイズ信号と判断してキャンセルする。また、絶対値が最も大きい正負一対の閾値よりも角速度信号の値が大きい場合には、角速度計からの入力値と同じ値を出力する（ $\omega_{out} = \omega_{in}$ ）。すなわち、この区間では入力信号が十分に大きいため、入力信号はすべて角速度信号であると判断している。それ以外の区間では、 $0 < \omega_{out} < \omega_{in}$ となるように出力信号を適当に設定する。すなわち、この区間では、入力信号中には、ノイズ成分に微妙な角速度信号が印加されていると考え、このノイズ分だけ少なくなるように出力信号（ ω_{out} ）を決定する。信号処理部からの出力信号（ ω_{out} ）は積分され、回転角信号に変換される。

【0015】また、本発明は、予め定められた軸線回りの変位度合いを検出して所定の変位信号に変換する変位検出センサと、この変位検出センサにより変換された前記変位信号を処理する信号処理手段と、この信号処理手段からの出力信号に基づいて前記軸線回りの変位度合いを算出する変位度合い算出手段とを備えた三次元データ入力装置に適用される。

【0016】そして、上記他の課題は、前記信号処理手段が、複数の閾値が記憶された閾値記憶手段と、この閾値記憶手段に記憶された複数の閾値のそれぞれと前記変位信号との大小関係を判定する信号比較手段と、この信号比較手段の判定結果に応じて、前記変位信号を変数とする予め定められた複数の関係式に基づいて出力信号のレベル値を算出する信号レベル値算出手段とを備えることにより解決される。

【0017】本発明の好ましい実施態様の一つとしては、前記信号レベル値算出手段は、前記変位信号のレベル値以下のレベル値の信号を出力するようなものが挙げられる。より詳細には、前記変位信号が前記閾値のうち最小の閾値よりも小さい場合に出力信号のレベル値を所定値に設定するように構成され、また、前記変位信号の

レベル値が前記最小の閾値以上で、且つ次に小さい閾値より小さい場合は、前記変位信号から該次に小さい閾値を減じたレベル値の信号を出力するように構成されるようにする。さらには、前記変位信号が前記閾値のうち最大の閾値以上である場合は、前記変位信号をそのまま出力信号とするように構成されるようにする。

【0018】

【発明の実施の形態】以下、図面を参照して本発明の実施の形態を詳細に説明する。図1は、本発明の一実施形態である三次元データ入力装置が適用されるポインティングデバイスのハードウェア構成を示すブロック図である。この例では、変位検出センサとして角速度計を用い、変位信号を角速度信号とした場合の例を示す。但し、変位信号の意味を角速度信号に限定する趣旨ではなく、例えば加速度計により得られた加速度信号にも同様に適用できることはいうまでもない。この実施形態のポインティングデバイス1は、操作部である慣性体(図示略)の角速度を検出する検出部2と、検出部2からの角速度信号に基づいて角度を算出する信号処理部3とから構成される。

【0019】検出部2には、角速度計として機能する1個ないしは複数個のジャイロセンサ4が装着されている。図示の例ではジャイロセンサ4が2個設けられており、それぞれロール角、ピッチ角を測定する。ジャイロセンサ4には安価な振動ジャイロが用いられることが好ましい。ジャイロセンサ4の出力は、アンプ5により必要に応じて適当な増幅率でアナログ増幅された後に信号処理部3に入力される。

【0020】信号処理部3では、角速度信号をA/D変換部6に入力されデジタル信号に変換する。デジタル信号に変換された角速度信号は、ついでオフセット補正部7に入力される。

【0021】オフセット補正部7では、入力された角速度信号(ω_{in})を、オフセット補正により、回転方向も含めて角速度に比例した正/負の補正角速度信号($\omega'_{in} = \omega_{in} - \omega_{off}$)に変換する。オフセット値(ω_{off})は、初期状態で決定した値を用いる方法と、ローパスフィルタ等の出力で常にオフセット値を更新する方法とがある。後者の場合、ローパスフィルタのカットオフ周波数は角速度信号の帯域より低く設定される。

【0022】複数のジャイロセンサが装着されている場合には、複数の補正角速度信号(ω'_{in})が座標変換部8に入力される。座標変換部8では、それぞれの補正角速度信号からロール、ピッチ、ヨーの方向の角速度成分を求める。

【0023】これらの角速度成分には、本来の角速度信号の他にもランダムノイズやドリフトノイズが含まれる。特にドリフトノイズは低周波でゆっくりと動くため、積分すると誤差が累積してしまう。これを除去するため、多段階不感帯処理部9において多段階の不感帯処理を行う。不感帯処理部9では、補正角速度信号(ω'_{in})の値に応じて以下のような手順で出力信号(ω'_{out})を生成する。

【0024】信号比較手段として機能する不感帯処理部9の信号比較部92は、閾値記憶手段として機能する閾値記憶部91に予め格納されている複数の閾値と補正角速度信号(ω'_{in})の値とを比較し、その大小関係を判定する。信号算出手段として機能する信号算出部93は、信号比較部92の判定結果に基づいて、出力信号(ω'_{out})を算出する。

【0025】信号算出部93による出力信号の算出手順について、以下に具体例として、2段階不感帯処理を例にして説明する。図2に2段階不感帯処理における入出力関係の一例を示す。この場合、閾値としては、4つの値(TH_1, TH_2, TH_3, TH_4 ; $TH_1 < TH_2 < 0 < TH_3, TH_4$)を用いる。 $TH_1 < \omega'_{in} < TH_2$ で規定される区間内(区間II)、すなわち補正角速度信号が0に非常に近い場合、その入力値は、ランダムノイズ成分やドリフトノイズ成分であるとみなされ、 $\omega'_{out} = 0$ (初期値)にセットされる。 $TH_1 < \omega'_{in} < TH_2$ (区間II)または $TH_3 < \omega'_{in} < TH_4$ (区間IV)で規定されている区間に関しては、補正角速度信号にはノイズ成分に微少な角速度信号成分が印加されていると判断し、入力された補正角速度信号(ω'_{in})より小さい値が出力される。 $\omega'_{in} > TH_4$ (区間V)または $\omega'_{in} < TH_1$ (区間I)では、十分に大きな角速度信号が印加されているとして、入力された補正角速度をそのまま出力する。すなわち $\omega'_{out} = \omega'_{in}$ とする。具体的な数式で表現すると、例えば数2式で表すことができる。

【数2】

$$\text{〔区間I〕 } \omega'_{in} < TH_1 : \omega'_{out} = \omega'_{in}$$

$$\text{〔区間II〕 } TH_1 \leq \omega'_{in} < TH_2 : \omega'_{out} = \omega'_{in} - TH_2$$

$$\text{〔区間III〕 } TH_2 \leq \omega'_{in} < TH_3 : \omega'_{out} = 0$$

$$\text{〔区間IV〕 } TH_3 \leq \omega'_{in} < TH_4 : \omega'_{out} = \omega'_{in} - TH_4$$

$$\text{〔区間V〕 } TH_4 \leq \omega'_{in} : \omega'_{out} = \omega'_{in}$$

区間II、IVでは、直線ではなく曲線で近似しても良い。この場合は、数3式で表すことができる。

【数3】

(区間Ⅱ) $TH1 \leq \omega_{in} < TH2$

$$\omega'_{out} = \frac{TH1}{(TH1 - TH2)^2} (\omega_{in} - TH2)^2$$

(区間Ⅳ) $TH3 \leq \omega_{in} < TH4 : \omega'_{out} = \omega_{in} - TH4$

$$\omega'_{out} = \frac{TH4}{(TH3 - TH4)^2} (\omega_{in} - TH3)^2$$

【0026】このような不感帯処理によれば、全区間に渡って連続な入出力関係が得られる。この様子を示したのが図3である。不感帯処理部9により信号処理がなされた角速度信号(ω'_{out})は、回転角算出手段として機能する積分部10に送られ、回転角信号に変換される。

【0027】以上説明した信号処理部3のうち、オフセット処理部7、座標変換部8、多段階不感帯処理部9及び積分部10は、まとめて単一のコンピュータで実現することができる。これらオフセット処理部7等を単一のコンピュータで実現した場合のフローチャートを図4に示す。なお、図4のフローチャートでは、説明の簡略化のために $TH_1 = -TH_2$ 、 $TH_3 = -TH_4$ としている。

【0028】図4を参照すると、まず、ステップS1では、オフセット補正部7が、A/D変換部6からのデジタル信号に基づいてオフセット値(ω_{off})を決定する。ステップS2では、オフセット補正部7がA/D変換部6から入力角速度信号を示すデジタル信号(ω_{in})を取り込む。ステップS3では、オフセット補正部7が

入力角速度信号(ω_{in})からオフセット値(ω_{off})を減算することで、補正角速度信号(ω'_{in})を得る。【0029】次いでステップS4では、多段階不感帯処理部9の信号比較部92が、補正角速度信号(ω'_{in})の絶対値が閾値(TH_1)より小さいか否かを判定する。その結果、判定が肯定されるとステップ5で信号算出部93が出力信号(ω'_{out})を0にし、判定が否定されるとステップ6に進む。

【0030】ステップS6では、信号比較部92が、補正角速度信号(ω'_{in})の絶対値が閾値($TH2$)より小さいか否かを判定する。その結果、判定が肯定されるとステップ7で信号算出部93が補正角速度信号(ω'_{in})に基づいた出力信号(ω'_{out})を算出し、判定が否定されるとステップ8に進み、信号算出部93が補正角速度信号(ω'_{in})をそのまま出力信号(ω'_{out})として出力する。最後に、ステップ9では、積分部10が出力信号を積分し、回転角信号に変換する。

【0031】また、本発明者らは、特願平8-24487号明細書において、三次元データ入力装置に関する提案を行った。ここでは図5に示すように、入力信号をハイパスフィルタ11で処理した成分と不感帯処理したローパスフィルタ12で処理した成分とを加算した後に積分している。この不感帯処理の部分に、本実施形態の多段階不感帯処理部9を採用してもよい。図5に示す三次元データ入力装置によれば、ジャイロ信号に含まれる

ランダムノイズやドリフトノイズを更に効率的に除去することができる。

【0032】実際の仮想三次元画面上の座標指定は、例えば以下のような方法で行う。ジャイロセンサ4を2個搭載し、操作部である回転体のロール軸、ピッチ軸、ヨー軸回りの角速度を検出するようにする。すなわち、上述の信号処理部3では、2個のジャイロセンサ4からの信号を先ず座標変換部8でロール、ピッチ軸の成分に分ける。それぞれのジャイロ信号に関して、多段階不感帯処理部9によりランダムノイズ、ドリフトノイズを除去する。この様にして求めた各軸回りの角速度(θ_x 、 θ_y 、 θ_z)を求める。この2つの角度に一定の係数を掛けて、仮想三次元空間上の(x、y、z)に対応させる。すなわち、下記数4式のような計算式を得る。

【0033】

【数4】

$$\begin{aligned} x &= k_x \times \theta_x \\ y &= k_y \times \theta_y \\ z &= k_z \times \theta_z \end{aligned}$$

【0034】数4式において、 K_x 、 K_y 、 K_z はソフトウェア的に指定できるようにする。この様子を図6に示す。また、(x、y、z)で与えられる位置から座標軸の原点の方向にベクトルがあると考えてそちらの方向から見た三次元映像をCG(コンピュータグラフィック)により生成することができる。そのような機能のソフトウェアと組み合わせれば、本実施形態のポインティングデバイスを任意の方向に回転させることで、三次元映像の視点を見たい方向に合わせることができる。また、このようなポインティングデバイスの機能に通常の二次元マウスの機能を組み合わせれば、通常は二次元マウスとしてコンピュータの制御に用い、三次元映像を扱うときには三次元の座標指定が可能なポインティングデバイスとして使用することができる。

【0035】

【発明の効果】以上詳細に説明したように、本発明によれば、角速度計より回転角を求める場合の閾値処理を行う際、閾値の値をできるだけ小さくして低速回転時の感度を高めて、振動型ジャイロ等の安価なジャイロセンサを用いても安定的で精度の良い回転角検出が行えるようにして、微小角度に対する応答性を高めることができる。

【図面の簡単な説明】

【図1】本発明の一実施形態であるポインティングデバイスのハードウェア構成を示すブロック図である。

【図2】一実施形態の入力角速度信号と出力角速度信号との関係の一例を示す図である。

【図3】一実施形態の入力角速度信号と出力角速度信号との関係の他の例を示す図である。

【図4】一実施形態の動作を説明するためのフローチャートである。

【図5】本発明の他の実施形態である三次元データ処理装置の信号処理部のハードウェア構成を示すブロック図である。

【図6】一実施形態であるポインティングデバイスによる三次元座標指定方法を説明するための図である。

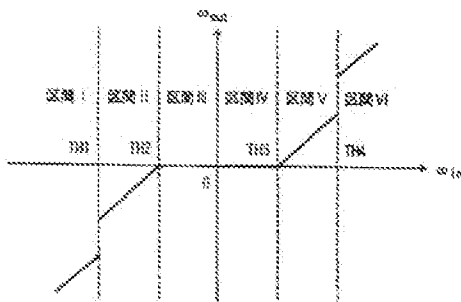
【図7】ジャイロセンサの出力信号と回転角検出値との関係の一例を示す図であって、(a)はジャイロセンサの出力信号と時間との関係を示す図、(b)は出力信号の積分値と時間との関係を示す図である。

*【図8】従来の不感帯処理法によるジャイロセンサの出力信号と回転角検出値との関係の一例を示す図であって、(a)はジャイロセンサの出力信号と時間との関係を示す図、(b)は出力信号の積分値と時間との関係を示す図である。

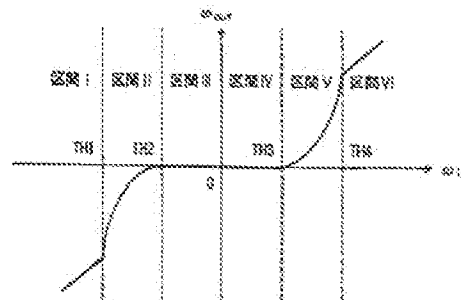
【符号の説明】

- 1 ポインティングデバイス
- 2 検出部
- 3 信号処理部
- 4 ジャイロセンサ
- 9 多段階不感帯処理部
- 91 閾値記憶部
- 92 信号比較部
- 93 信号算出部
- 10 積分部

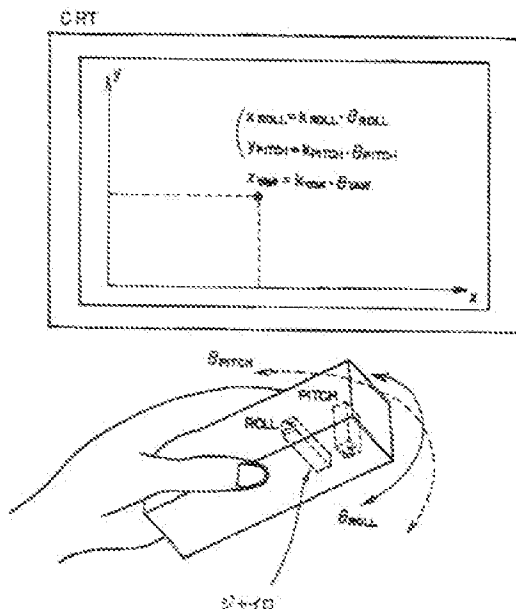
【図2】



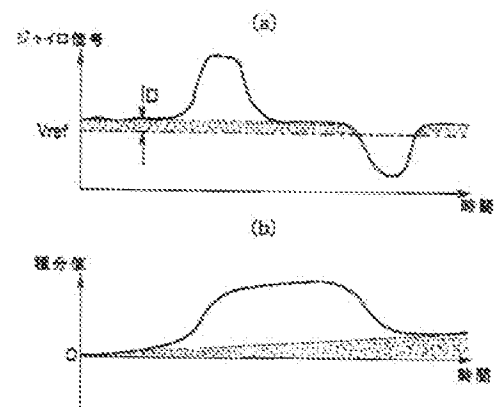
【図3】



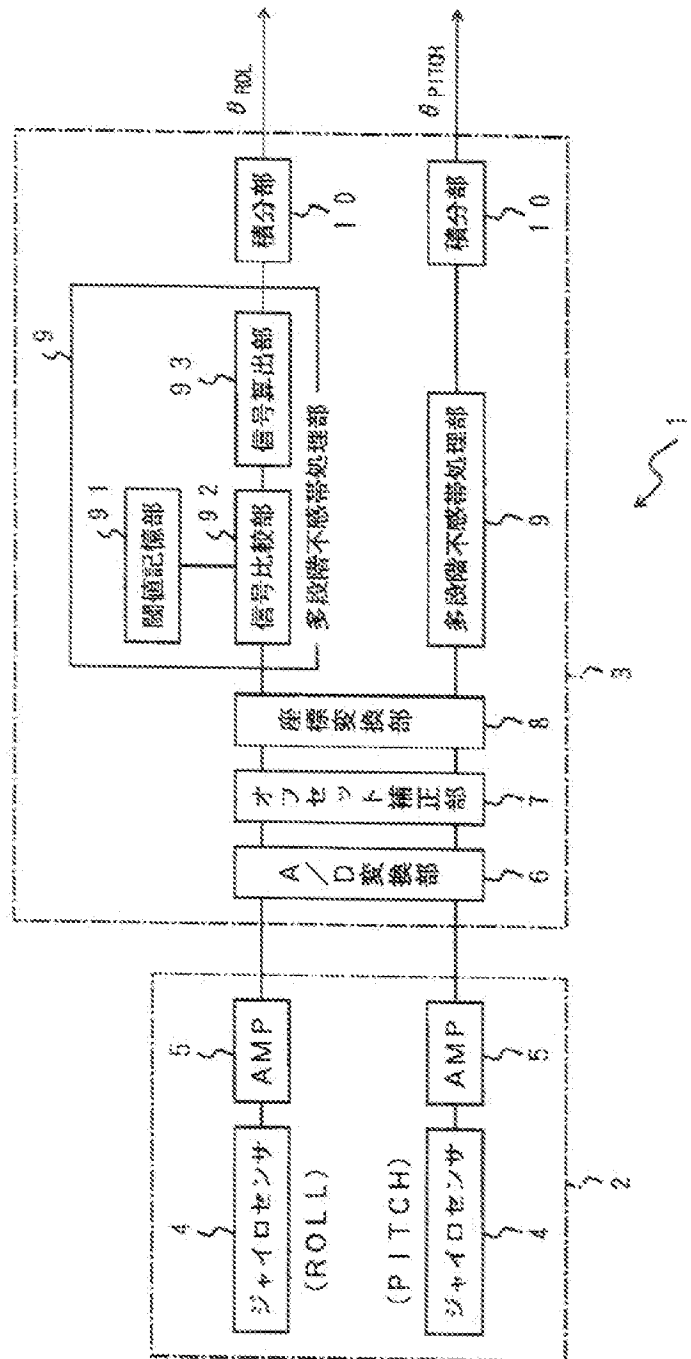
【図6】



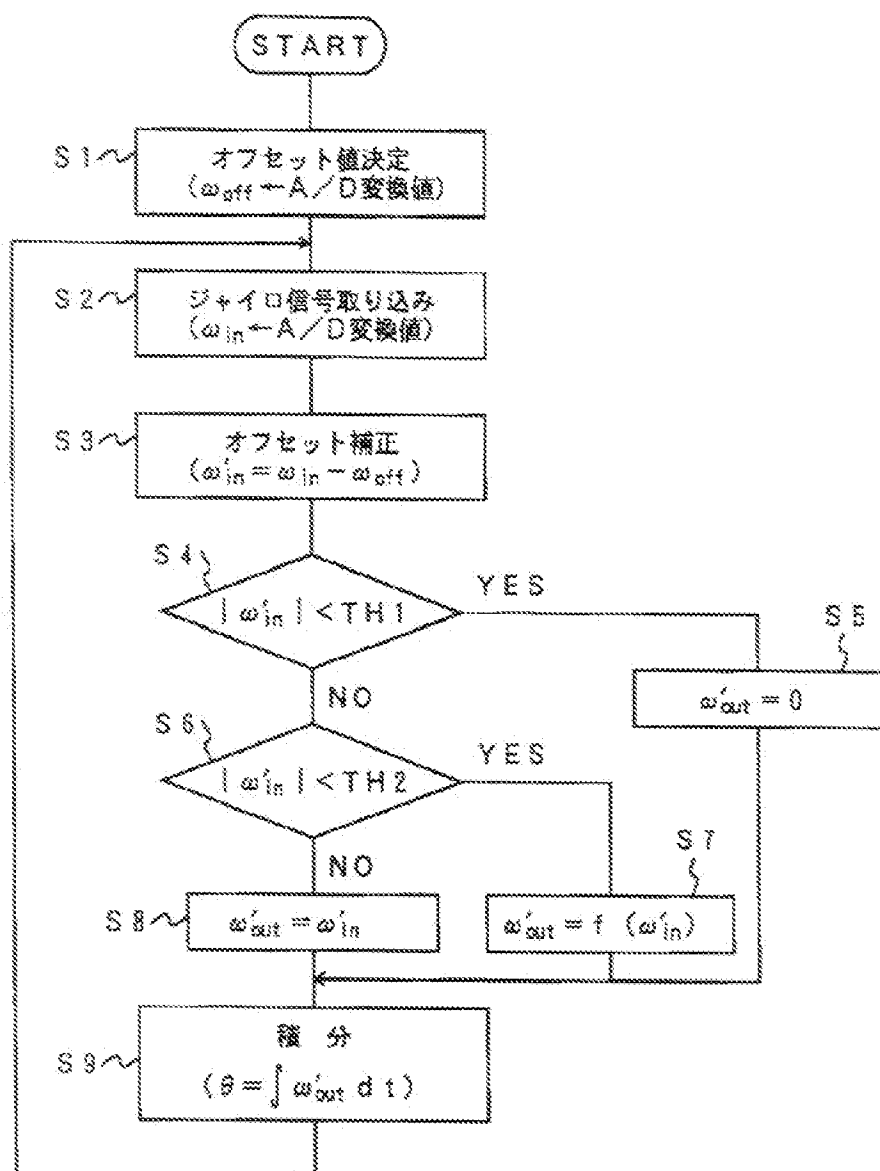
【図7】



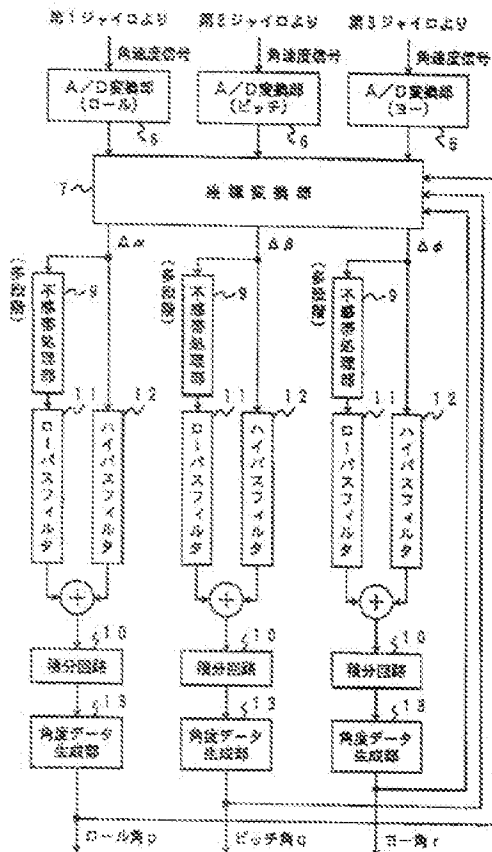
【図1】



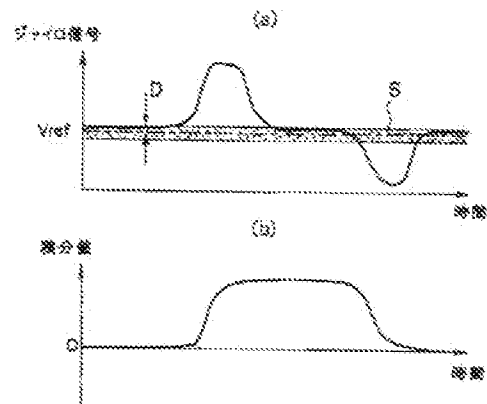
〔図4〕



【図5】



【図8】



フロントページの続き

(72)発明者 安藤 雅明
京都府長岡京市天神二丁目26番10号 株式
会社村田製作所内

(72)発明者 田野 通保
東京都大田区蒲田4-42-12 新生ビル
株式会社データ・テック内

(72)発明者 宮坂 力
東京都大田区蒲田4-42-12 新生ビル
株式会社データ・テック内